

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR UDARA BEBAS
DILUAR RUANGAN TERHADAP KONDISI UDARA DIDALAM
RUANGAN PADA PENGGUNAAN 2 UNIT AC TYPE SPLIT
DENGAN MENGGUNAKAN METODE
COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)**



**Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1) Jurusan Teknik Mesik Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun Oleh :

TRI PRAMITO UTOMO

NIM : D200.13.0052

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR UDARA BEBAS DILUAR RUANGAN TERHADAP KONDISI UDARA DIDALAM RUANGAN PADA PENGGUNAAN 2 UNIT AC TYPE SPLIT DENGAN MENGGUAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya di cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 25 Oktober 2017

Yang menyatakan,



Tri Pramito Utomo

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR UDARA BEBAS DILUAR RUANGAN TERHADAP KONDISI UDARA DIDALAM RUANGAN PADA PENGGUNAAN 2 UNIT AC TYPE SPLIT DENGAN MENGGUAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)” telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : TRI PRAMITO UTOMO

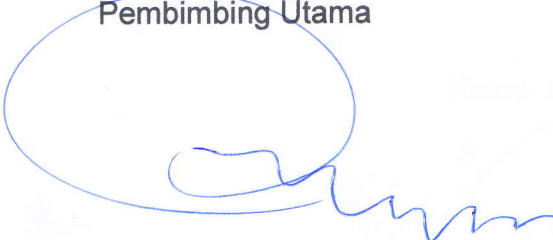
NIM : D200.13.0052

Disetujui pada

Hari : Rabu.

Tanggal : 8 November 2017

Pembimbing Utama



Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR UDARA BEBAS DILUAR RUANGAN TERHADAP KONDISI UDARA DIDALAM RUANGAN PADA PENGGUNAAN 2 UNIT AC TYPE SPLIT DENGAN MENGGUAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)” yang dipertahankan di hadapan tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **TRI PRAMITO UTOMO**

NIM : **D200.13.0052**

Disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 8 November 2017

Tim Penguji :

Ketua : **Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D.**

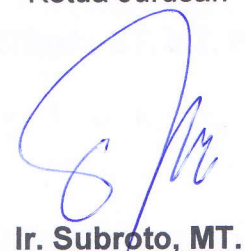
Anggota 1 : **Ir. Subroto, MT.**

Anggota 2 : **Ir. Tri Tjahjono, MT.**

Mengetahui,

Dekan

Ketua Jurusan



Ir. Subroto, MT.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bedasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 150/II/2016 Tanggal 8 September 2016 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Marwan Effendy, ST, MT, Ph.D

Pangkat/jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan soal tugas akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Tri Pramito Utomo

Nomor Induk : D200130052

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

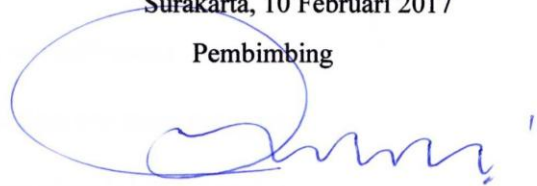
Judul/Topik : Analisa Variasi Temperatur Udara Bebas Diluar Ruangan Terhadap Kondisi Udara Didalam Ruangan Pada Penggunaan 2 Unit AC Type Split Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)

Rincian Soal/Tugas : Analisa Air Conditioner Unit Pada Ruang Kelas Dengan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Februari 2017

Pembimbing



Marwan Effendy, ST, MT, Ph.D

Keterangan :

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk kajar

2. Warna kuning untuk pembimbing I

3. Warna merah untuk pembimbing II

4. warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain), dan berharaplah kepada Tuhanmu”

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

“Yakin, Ikhlas, dan Fatiqomah”

Berangkat dengan penuh keyakinan

Berjalan dengan penuh keikhlasan

dan Fatiqomah dalam menghadapi cobaan

“Tidak ada masalah yang tidak bias diselesaikan selama ada komitmen bersama untuk menyelesaikanya”

“Bersabar, Berusaha, dan Bersyukur”

Bersabar dalam berusaha

Berusaha dengan tekun dan pantang menyerah

dan Bersyukur atas apa yang telah diperoleh

HALAMAN PERSEMBAHAN

Yang utama dari segalanya, sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT, Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikan kekuatan, membekali dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

- **Bapak dan Ibu Tercinta**, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada bapak dan ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga.
- **Kakakku Tersayang**, untuk kakak-kakakku terima kasih atas do'a dan dukungan kalian selama ini, aku akan selalu berusaha untuk menjadi yang terbaik.
- **Istri dan Anakku Tercinta**, terima kasih kalian yang selalu memberiku semangat penuh kasih sayang, memberiku dukungan dan dorongan agar selalu menjadi sosok ayah yang pantang menyerah.
- **Dosen Pembimbing Tugas Akhirku**, Bapak Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak pak, saya telah dibantu, dinasehati, dan diajari selama ini. saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak dosen.

- **Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin**, terima kasih banyak untuk semua ilmu yang telah diberikan, didikan dan pengalaman yang berarti selama ini.
- **Kawan Seperjuangan**, terima kasih pada kalian rekan satu tim dalam tugas akhir ini yang selalu menemani dikala suka-duka dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- **Teman-Teman Angkatan 2013**, terima kasih banyak untuk bantuan dan kerjasamanya selama ini.

“TRI PRAMITO UTOMO”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena Berkat, Rahmat, dan Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Sholawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, Amin.

Penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir.Sri Sunarjono, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir.Subroto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selaku Pembimbing Akademik.
3. Bapak Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan, member petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Dosen jurusan Teknik Mesin beserta staf tata usaha Fakultas Teknik.
5. Teman-teman semua atas kebersamaan dan bantuan yang sangat berarti.
6. Berbagai pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan diterima dengan senang hati. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT diserahkan segalanya mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, Oktober 2017

Tri Pramito Utomo

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR UDARA BEBAS DILUAR RUANGAN TERHADAP KONDISI UDARA DIDALAM RUANGAN PADA PENGGUNAAN 2 UNIT AC TYPE SPLIT DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)

Tri Pramito Utomo dan Marwan Effendy

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl.A.Yani Tromol Pos I Pabelan,Kartasura

Email : Tpramitama@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggambarkan prediksi data mengenai sistem pengkondisian udara dalam ruangan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perubahan temperatur lingkungan terhadap kondisi temperatur udara di dalam ruangan pendingin.

Dalam penelitian ini, penggunaan 2 unit AC tipe split dalam ruangan berukuran 10,45m x 8,10m x 3,93m dengan posisi AC terletak di sisi atas dinding ruangan sebelah selatan menghadap ke utara dijadikan sebagai objek simulasi. Dengan model turbulensi k-epsilon ada dua tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahap pertama merupakan langkah validasi mesh dengan cara melakukan simulasi menggunakan tiga macam tipe mesh secara tersruktur dari mesh A dengan 149.328 elemen, mesh B dengan 461.322 elemen dan mesh C dengan 971.209 elemen. Tahap kedua, mengadopsi mesh yang mampu menghasilkan prediksi data terdekat pada tahap validasi dengan cara membandingkan data pengukuran. Simulasi tingkat lanjut dilakukan dengan memvariasikan temperatur lingkungan luar pada 20,6; 28,5 dan 39,5°C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi mesh dapat diterima dengan menggunakan tipe mesh C dalam jumlah elemen mencapai 971.209 dengan tingkat kesalahan sebesar 3,72%. Seiring dengan meningkatnya temperatur lingkungan maka semakin meningkat pula temperatur tiap titik koordinat pendinginan udara dalam ruangan.

Kata kunci : Pendinginan ruangan , Computational fluid dynamic , Temperatur lingkungan

ANALYSIS OF INFLUENCE ON FREE AIR TEMPERATURE VARIATION OUTDOOR TO AIR CONDITION IN ROOM USING 2 AC SPLIT TYPE UNITS USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD (CFD)

Tri Pramito Utomo and Marwan Effendy

Machine Engineering Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl.A.Yani Tromol Pos I Pabelan,Kartasura

Email : Tpramitama@gmail.com

ABSTRACTS

This research describes data prediction of air conditioning system indoors. The purpose of this research is to find out the effect of changes free air temperature towards air temperature condition inside cooling room.

In this research, inside room with dimension 10,45m x 8,10m x 3,93m use 2 units AC split type located on the upper side of the room south side facing north as simulation object. There are two stages in this research with k-epsilon turbulence model. First, researcher validate the mesh by conducting a simulation with three kinds of mesh type structurally from mesh A with 149.328 elements, mesh B with 461.322 elements and mesh C with 971.209 elements. The second stage is adopting mesh which capable producing the most optimal data prediction in validating stage by comparing measurement data. The next level simulation conducted by varying free temperature on 20,6; 28,5 and 39,5 C.

The finding showed that mesh validation is acceptable using mesh C with the element up to 971.209 with failure rate 3,72%. Along with the rising of free air temperature value, temperature on each point of air conditioner indoor also increasing.

Keywords: Air Conditioner, Computational fluid dynamics, free air temperature.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Halaman Motto	vi
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar.....	ix
Abstrak.....	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Sistim Refrigerasi	9
2.2.2 Sistem <i>Air Conditioning</i>	10

2.2.3 Koefisien Perpindahan Panas	10
2.2.4 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	13
2.2.5 Pembuatan Grid (<i>Meshing</i>)	16
2.2.6 Model Turbulensi k-epsilon.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Tahap Penelitian	19
3.2.1 Tahap Validasi.....	19
3.2.2 Tahap Penelitian Kasus.....	28
BAB IV VALIDASI,HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Validasi Data.....	31
4.2 Validasi <i>Meshing</i>	32
4.3 Validasi Data Terhadap Variabel Temperatur Lingkungan ...	36
4.3.1 Analisis Variasi Temperatur Lingkungan	36
4.3.2 Analisis Variasi Temperatur Lingkungan dari Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada Sumbu Z	42
4.3.3 Analisis Variasi Temperatur Lingkungan dari Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada Sumbu Y	46
4.3.4 Analisis Variasi Temperatur Lingkungan dari Vektor Kecepatan Persebaran Udara dalam Ruangan	47
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi	10
Gambar 2.2 Perpindahan Panas Konduksi	11
Gambar 2.3 Perpindahan Panas Konveksi	12
Gambar 2.4 Perpindahan Panas Radiasi	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2 Geometri Ruangan Sistem Pendinginan Udara.....	21
Gambar 3.3 Penempatan Titik Temperatur Ruangan	21
Gambar 3.4 Model Desain Ruangan Untuk Proses Simulasi	22
Gambar 3.5 <i>Meshing</i>	23
Gambar 3.6 Tipe <i>Mesh</i>	23
Gambar 3.7 Proses Iterasi Berlangsung	27
Gambar 3.8 Proses Iterasi Mencapai Hasil	27
Gambar 3.9 CFD-post R16.0	28
Gambar 4.1 Validasi Mesh pada Zona 1 ($Z=2,09$ m)	32
Gambar 4.2 Validasi Mesh pada Zona 2 ($Z=4,28$ m)	33
Gambar 4.3 Validasi Mesh pada Zona 3 ($Z=6,27$ m)	34
Gambar 4.4 Validasi Mesh pada Zona 4 ($z=8,36$ m).....	35
Gambar 4.5 Hasil Variasi Temperatur Lingkungan pada Zona 1	37
Gambar 4.6 Hasil Variasi Temperatur Lingkungan pada Zona 2	39
Gambar 4.7 Hasil Variasi Temperatur Lingkungan pada Zona 3	40
Gambar 4.8 Hasil Variasi Temperatur Lingkungan pada Zona 4	41
Gambar 4.9 Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada Variasi Temperatur Lingkungan $20,6^{\circ}\text{C}$	43

Gambar 4.10	Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada	
	Variasi Temperatur Lingkungan 28,5°C.....	44
Gambar 4.11	Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada	
	Variasi Temperatur Lingkungan 39,5°C.....	45
Gambar 4.12	Kontur Persebaran Udara dalam Ruangan pada	
	Bidang Y = 1 meter.....	46
Gambar 4.13	Vektor Kecepatan Udara dalam Ruangan pada	
	Variasi Temperatur Lingkungan 20,6°C.....	47
Gambar 4.14	Vektor Kecepatan Udara dalam Ruangan pada	
	Variasi Temperatur Lingkungan 28,5°C.....	48
Gambar 4.15	Vektor Kecepatan Udara dalam Ruangan pada	
	Variasi Temperatur Lingkungan 39,5°C.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Karakteristik Mesh	24
Tabel 3.2	<i>Specify Boundary Condition</i>	25
Tabel 4.1	Variasi Temperatur Lingkungan.....	37